

ESTUDIO DE LA RELACIÓN AC/A EN UNA MUESTRA DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

**GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA****TRABAJO FINAL DE GRADO**

**ESTUDIO DE LA RELACIÓN AC/A
EN UNA MUESTRA DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS****CRISTINA MICHININA PARDO****DIRIGIDO POR:
MARIA ELVIRA PERIS MARCH
MARIA ROSA BORRÀS GARCIA****FECHA DE LECTURA****16/06/2017**

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa

© Universitat Politècnica de Catalunya, año (...). Todos los derechos reservados



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

El/la Sr./Sra. Maria Elvira Peris March, como tutor/a del trabajo y
el/la Sr./Sra. Maria Rosa Borràs Garcia como tutor/a del trabajo

CERTIFICAN

Que el/la Sr./Sra. Cristina Michinina Pardo ha realizado bajo su
supervisión el trabajo Estudios de la relación AC/A en una muestra
de estudiantes universitarios recogido en esta memoria para optar
al título de grado en Óptica y Optometría.

Y para que conste, firmo/firmamos este certificado.

Sr/Sra Maria Rosa Borràs Garcia
Tutor/a del trabajo

Sr/Sra Maria Elvira Peris March
Tutor/a del trabajo

Terrassa, 16 de Junio de 2017



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

ESTUDIO DE LA RELACIÓN AC/A EN UNA MUESTRA DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

RESUMEN

Objetivo: Este trabajo consiste en un estudio llevado a cabo con estudiantes de la FOOT. Se quiere conocer la relación que hay entre el sistema visual de la acomodación y el sistema de vergencias (AC/A) en pacientes jóvenes.

El estudio de la relación AC/A tiene la finalidad de buscar cómo puede afectar el hecho de presentar un valor alto o bajo del AC/A sobre todo en los niños y personas jóvenes ya que la demanda de acomodación y de vergencia en estas edades son muy importantes, y si los valores del AC/A no son adecuados estos pueden afectar al rendimiento escolar ya que pueden ser la causa de la aparición de sintomatología visión borrosa, dolores de cabeza, entre otros.

En primer lugar se comentan los conceptos previos sobre acomodación y vergencia, cuales son los métodos de medida más utilizados a la hora de determinar el valor del AC/A, cuales son los valores de normalidad, qué importancia tiene la medida de la relación AC/A en el uso clínico y que disfunciones acomodativas y de vergencia podemos encontrarnos y que sintomatología pueden causar cada una de ellas al paciente.

En la parte experimental, se comenta el método utilizado para la medida de las forias y vergencias y finalmente se exponen los resultados donde se observa que los individuos endofóricos presentan valores de AC/A superiores a los individuos exofóricos y la valoración diagnóstica final donde se realizan una serie de comparaciones a partir de los tres métodos.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

**ESTUDIO DE LA RELACIÓN AC/A
EN UNA MUESTRA DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

RESUM

Objectiu: Aquest treball consisteixen l'estudi dut a terme amb estudiants de la FOOT. Es vol conèixer la relació que hi ha entre el sistema visual de l'acomodació i el sistema de vergències (AC/A) en pacients joves.

L'estudi de la relació AC/A té la finalitat de buscar com pot afectar presentar un valor alt o baix del AC/A sobretot en els nens i en persones joves ja que la demanda acomodativa i de vergència en aquestes edats són molt importants i si els valors del AC/A no són adequats aquests poden afectar al rendiment escolar ja que pot ser la causa de l'aparició de simptomatologia visió borrosa, mal de cap, entre altres.

En primer lloc es comenten els conceptes previs sobre l'acomodació i vergència, quins són els mètodes de mesura més utilitzats alhora de determinar el valor de AC/A, quins són els valors de normalitat, quina importància té la mesura de la relació AC/A en l'ús clínic i que disfuncions acomodatives i de vergència podem trobar i que simptomatologia poden causar cada una d'elles al pacient.

En la part experimental, es comenta el mètode que hem utilitzat per la mesura de les fóries i vergències i finalment s'exposen els resultats on s'observa que els individus endofòrics presenten valors del AC/A superiors als individus exofòrics i la valoració final on es realitzen una sèrie de comparacions a partir dels tres mètodes.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

ESTUDIO DE LA RELACIÓN AC/A EN UNA MUESTRA DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

SUMMARY

Objective: This work consists of a study carried out with FOOT students. We want to know the relationship between the visual system of accommodation and the system of vergence (AC/A) in young patients.

The study of the AC/A relation has the purpose of searching how it can affect the fact of presenting a high or low value of AC/A especially in kids and young people since the demand for accommodation and vergence in these age are very important, and if the value of AC/A are not adequate these can affect school performance as they maybe the cause of the appearance of symptomatology blurry vision, headache and others.

In the first place the previous concepts about accommodation and vergence are discussed, which are the most commonly used methods of measurement when determining the value of AC/A, which are the normal values, how the important is measure of AC/A relation in a clinic use and that accommodative dysfunction and vergence can be found and that symptomatology can cause each of them to the patient.

In the experimental part, the method used for the measurement of forays and vergences is discussed and finally the results are presented where it is observed that the endophoric present higher AC/A values than exophoric and the final diagnostic assessment where they are performed a series of comparisons from the three methods.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

**ESTUDIO DE LA RELACIÓN AC/A
EN UNA MUESTRA DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

ABSTRACT

The study of the AC/A relation in a sample of university students consists in a work where we realize a research of the information by means of the participation of the students of second course, between of 19 to 21 years old, of the faculty of optics and optometry of Terrassa (Polytechnic University of Catalonia).

The convergence accommodation relation (AC/A) is one of the most important clinical data that confirm the patient's diagnosis of possible alterations of vergence that can present his visual system and also contributes to being able to determine which treatment plan we must provide to the patient when the accommodation system is altered.

The participants in this survey were the last participants in the work done by other university colleagues from previous courses. The former colleagues performed information research focusing on the horizontal forias in the vision along with the methods of Thorington, nevertheless, our work focuses more on the measurement of the horizontal forays in the distant vision with the method of The Maddox Cross.

There are different methods to determinate the value of AC/A among them the most common and most used in clinical practice are the calculation method and the gradient method that are explained and detailed in the present work.

The study of the AC/A relationship has the purpose of searching how it can affect in the performance of the patient the fact of presenting a low or high value of AC/A especially in children and in young people where the accommodative and vergence are very important for their academic development, because if the AC/A values are not correct seeing as they are very low or very high, they can negatively affect the school performance in the patient causing a set of

symptoms such as headaches, blurring, photophobia, asthenopia, eye irritation and visual fatigue.

Depending on the results that we obtain at the time to carry out a clinical study to the patient we will be able to predict if there is the necessity to realize a visual therapy or not to be able to improve the abilities of the patient.

In order to detect the presence of dysfunctions in the patient we must perform a set of tests that value the binocular vision, that accommodation and the relationship that exists between them.

The most common tests that are usually performed are the accommodative amplitude analysis, the flexibility of accommodating monocularly and binocularly, accommodative retard, relative negative accommodation (RNA) and relative positive accommodation (PRA) measure, near convergence point (PPC), cover test in both distant and near vision, AC/A measure of fusion BN/BT both from far and near, measure of flexibility of vergence and stereopsis.

The dysfunctions that we can find are dysfunctions of accommodative type or of vergence. In accommodative dysfunctions, accommodative inflexibilities may occur if the AC/A value is normal, accommodative excess if the AC/A value is high and accommodative shortcomings if the AC/A value is low.

In non-sideline dysfunctions, basic endophoria may occur when the AC/A value is normal, excess vergence when the AC/A value is very high and vergence insufficiencies if the AC/A value is very low.

In the theory part, it consists of a series of sections to deal with where we go from the previous concepts on accommodation and vergence to be able and understand all those concepts that would be used throughout the work, which are the measurement methods most used to the time to determine the value of AC/A presented by the child or young people, what are the normal values that we should expect since depending on the foria present the patient if it is low or elevated in far or near vision or in we can find normal, high or low AC/A values depending on the type of forage found.

We will also make reference to the importance of measuring the AC/A ratio in the clinical part, detecting the accommodative and vergence dysfunctions that we can find, and what symptoms each patient can give, since can provide a lot of information and be able to choose which the best treatment option for improving patient performance is.

In the practice part, consists of to explain the method we have used for the measurement of horizontal forias in distant vision where we use the Maddox Cross, where we discuss the necessary materials to be able to correctly carry out the measurement of the AC/A ratio and the method to be performed step by step and in a detailed way in order to obtain the values of the forias correctly since the patient has to be given good instructions to understand the test and we must place it at the appropriate distance for the test to be done correctly.

In the experimental part, we also make reference to a section of results obtained in the study of the different university participants where a description of the sample will be made, a description of the variables and a comparison will be made of the results obtained from AC/A relation and final assessment.

This section of results shows a series of graphics and tables so that the information obtained through the measurement method is more understandable for the reader and compare the results of both exophoric and endophoric patients to see if the behavior they present is the same in some as in others.

In the clinical part, when determining the value of AC/A, this value can help us, it can guide us on how suitable is the prescription or not of an addition as an aid towards the patient in some binocular dysfunctions. Also when determining the value of the AC/A help us know what value the addition should be.

One of the factors that we must keep in mind and that we must consider is the fact that AC/A if it presents a high value with very little spherical variation we get a great change in terms of vergences, which can help a lot reduce or compensate for dysfunction presented by the patient. In case AC/A presents a very low value, prescribing lenses as a treatment option for these patients will not be very effective in order to solve their problem and therefore it will be necessary to look for other alternative solutions that may be useful and effective for their improvement, would be for example the prescription of prisms or realize a visual therapy according to the child that allows to acquire and normalize the altered abilities probably increase the performance in the school.

In case the patient had to perform a visual therapy to improve their performance and be able to compensate or reduce their accommodative dysfunction or vergence, the patient should be interested in performing this type of visual therapy since they usually last a for a certain period of time, since the recovery has to be gradual, but constantly, you have to be taught to perform the exercises correctly to the patient so that their improvement is effective, it must be said that the therapy sessions usually produce visual fatigue especially the first weeks of treatment and you have to present collaboration at the time of the sessions since the exercises that are performed in the cabinet some should practice at home using the material that is provided by the center itself.

The clinical application of this work is to determine the AC/A value using the calculation method and the gradient method to be able to compare the results since the methods will give different results and also determine where higher values are obtained. In order to be able to determine the behavior of the binocularity presented by the subject before positive lenses and negative lenses, AC/A is best performed by the gradient method. Also in the present work we will compare if the values of the gradient with positive lenses and negative lenses are similar or no-statistically. We will also evaluate if the results are similar to other studies that have been performed by other authors to measure the relationship between convergence accommodation by the different methods when we determine the negative and positive values and compare the values obtained are similar to the values of normality for accommodation and convergence.

Therefore, if visual anomalies occur, they can become risk factors in the event of a school failure. So it is essential to prevent such alterations through an early diagnosis since with the help of parents and teachers we can detect these problems in time so that the scholar can be addressed as soon as possible to the specialist and can solve his case. It will also be essential that once the treatment is finished, we must prevent its occurrence again by conducting periodic reviews to the specialist where it should provide knowledge and advice to the infant.

For all of this, it is very important to analyze the accommodative and vergence processes in childs to produce problems in learning and reduce the risk of any dysfunction in them and may interfere with their daily lives.

ÍNDICE

1. Introducción	10
2. Relación acomodación convergencia AC/A	11
2.1 Conceptos previos	11
2.2 Métodos para determinar AC/A	13
2.2.1 Valores de normalidad	16
2.3 Uso clínico de la relación AC/A	18
3. Objetivos	24
4. Metodología	25
4.1 Material	25
4.2 Método	25
5. Resultados y discusión	28
6. Conclusión	33
7. Bibliografía	34
8. Anexos	35

1.Introducción

La acomodación y las vergencias en una persona sobre todo en niños y personas jóvenes son unas habilidades visuales muy importantes para poder conseguir un buen rendimiento visual.

El rendimiento escolar consiste en un esfuerzo continuo en el infante y un aprendizaje diario donde todo ello requiere un esfuerzo tanto mental como visual, donde la parte visual es un aspecto muy importante en estas edades.

Cuando el niño o el joven presentan sensación de borrosidad, dificultad en la lectura, irritación ocular, dolor de cabeza, fatiga y astenopia, sobre todo al finalizar el día, sobre todo cuando ha estado realizando tareas en visión próxima esto nos puede indicar que el individuo puede presentar alguna disfunción en el sistema acomodativo o en el sistema de vergencias.

En estos casos es aconsejable visitar el especialista, el óptico-optometrista, para llevar a cabo un examen visual. Los resultados obtenidos de los exámenes realizados darán a conocer si existe o no, alguna disfunción visual. Teniendo estos resultados podemos valorar cuál es la opción de tratamiento puede ser más idónea para poder solucionar su disfunción de la mejor manera posible y obteniendo los mejores resultados y poder mejorar su rendimiento escolar y su calidad de vida.

2. Relación acomodación convergencia AC/A

2.1 Conceptos previos

La **acomodación** es la capacidad que presenta el sistema visual de aumentar de manera progresiva la potencia dióptrica ocular que permitir enfocar objetos situados a distintas distancias. Cuando una persona cambia la fijación de lejos a cerca el sistema visual necesita acomodar de manera rápida y progresiva para evitar que las imágenes se formen detrás de la retina y se vean borrosas. La capacidad de la acomodación se va deteriorando con la edad.

Las **vergencias** son movimientos binoculares disyuntivos en que los ojos se desplazan en la misma dirección y en sentido opuesto. Según la dirección encontramos la **convergencia o vergencia positiva** (los ojos se mueven hacia adentro) y **divergencia o vergencia negativa** (los ojos se mueven hacia fuera).

Después de conocer los conceptos de acomodación y vergencia pasamos a definir la relación AC/A.

La **relación acomodación convergencia (AC/A)** es un dato clínico importante que corrobora el diagnóstico de posibles alteraciones de vergencia del sistema visual de las personas y también contribuye a poder determinar el plan de tratamiento cuando el sistema acomodativo esta alterado.

La relación AC/A es aquel esfuerzo que se encuentra entre la acomodación y la convergencia, ya que cada impulso de acomodación produce simultáneamente un impulso equivalente de convergencia. Esto es debido a que la acomodación para poder enfocar los objetos y poder verlos de manera nítida solicita un exceso de convergencia en principio igual.

Este coeficiente es la medida del efecto que un cambio en la acomodación produce sobre la convergencia. Se expresa como la variación de convergencia (en dioptría prismática) por cada dioptría (D) que varía la acomodación. Este valor normalmente es de unas 4/1D, normalmente se indica como AC/A de 4. Si el AC/A es elevado, más de 6 D, la acomodación durante la visión cercana producirá una convergencia excesiva.

Según la definición de Donders, la relación acomodación convergencia es una relación lineal.

La relación acomodación convergencia también implica que se produzca una disminución en el diámetro pupilar (miosis). Este conjunto de respuestas que se experimentan cuando observamos objetos en visión próxima recibe el nombre de **triada proximal**. El sujeto para no ver doble el punto en el que está fijando deberá utilizar las reservas **fusionales positivas** para poder corregir la alineación de los ejes visuales que ha sido modificada gracias a la convergencia que es debida a la acomodación.

La relación AC/A es el método más utilizado que nos proporciona información de la cantidad de vergencia que se produce cuando el sujeto acomoda. Esta información que obtenemos es útil tanto para poder dar un diagnóstico como para poder tratar posibles alteraciones.

2.2 Métodos para determinar AC/A

Los métodos más utilizados para determinar la sinergia que existe entre la acomodación y la convergencia son:

1. Método de cálculo
2. Método del gradiente

1.Método de cálculo

Este método consiste en la alteración de la desviación cuando el sujeto mira un objeto que se encuentra en el infinito y cuando mira un objeto que esta próximo, sin que haya una modificación en su refracción. Es un método para poder calcular la relación AC/A a partir de la foria de visión lejana y visión próxima.

En este método se utilizan una serie de fórmulas para poder determinar el valor de AC/A una vez conocidos los valores de las forias en visión lejana y en visión próxima.

$$AC/Ac = \frac{CR + Fvp - Fvl}{EA}$$

- CR → convergencia requerida a la distancia a la que se examina
 - Fvp → Valor de la foria en visión próxima
 - Fvl → Valor de la foria en visión lejana
- EA → Estimulo acomodativo a la distancia que se examina

$$CR = DIP(cm) \times EA$$

- DIP → distancia interpupilar
- EA → estimulo acomodativo a la distancia que se examina

El valor del estímulo acomodativo (EA) viene condicionado a la distancia que coloques el objeto de fijación en visión próxima, por ejemplo:

$$33 \text{ cm} = 3,00\text{D}$$

$$40 \text{ cm} = 2,50\text{D}$$

$$50 \text{ cm} = 2,00\text{D}$$

Por convenio en aquellos pacientes con endoforia se antepondrá una lente positiva de valor de +1,00D a la hora de medir el AC/A y en pacientes con exoforia se antepondrá una lente negativa de valor -1,00D para pedir el AC/A.

2.Método del gradiente

Este método consiste en el cambio que tiene lugar en la foria, al cambiar en 1,00D la potencia de las lentes para una distancia de observación determinada, de esta forma se mide la relación ACA.

Cambiar en +1,00D la potencia de las lentes que permiten ver el test de forma nítida, implica relajar la acomodación en 1,00D.

Cambiar en -1,00 D la potencia de las lentes que permiten ver el test e forma nítida, implica incrementar la acomodación en 1,00D. De esta forma, el cálculo de la relación ACA a partir de este método es:

$$AC/Ag = \frac{\text{variación foria}}{\text{variación acomodativa}}$$

Con el método del gradiente se pretende medir la variación que experimenta la foria a una distancia concreta provocada por la variación acomodativa que incide una lente esférica positiva o negativa.

En aquellos pacientes que presenten endoforia la lente esférica que se suele utilizar por convenio es una lente de signo positivo, mientras que en aquellos pacientes que presenten exoforia por convenio se suele anteponer una lente de signo negativo. Se realiza este convenio ya que de esta manera favorece más al paciente a la hora de disminuir el valor de la foria.

2.2.1 Valores de normalidad

Conocer el valor del AC/A es muy importante para así poder orientarnos sobre si es idóneo o no el hecho de prescribir una adición en aquellos pacientes que presenten alguna disfunción de binocularidad y aparte de esto también nos ayuda a decidir el valor de la lente esférica a utilizar.

Uno de los factores que debemos tener en cuenta es el hecho si el AC/A es alta, baja o normal (Tabla 2.1).

Visión lejos	Visión próxima	AC/A
Exofovia	Endofovia	Alta
Endofovia	Exofovia	Baja
Endofovia alta	Endofovia	Baja
Exofovia alta	Exofovia	Alta
Endofovia similar a la de visión próxima	Endofovia similar a la de visión lejana	Normal
Exofovia similar a la de visión próxima	Endofovia similar a la de visión lejana	Normal
Exofovia baja	Exofovia alta	Baja

Tabla 2.1 Valor AC/A en función del tipo de foria encontrada en VL y VP

En el estudio de C. Murray; D. Newsham, encontraron que la media (\pm sd) de la relación AC/A para lentes negativas fue de ($1,22 \pm 0,86$) y la media en lentes positivas ($2,86 \pm 2,40$) fue mayor que la del otro gradiente.

En el estudio de Alejandro León y Cesar Augusto Pulgarín, encontraron que el valor promedio del AC/A con los diferentes métodos ha sido establecido por diferentes autores. Por ejemplo, Franceschetti y Burian (Von Noorden, 2006) utilizaron el método del gradiente y encontraron que el AC/A promedio oscilaba entre 3 y 5 Δ/D . Con Sheimann (2002) describe que el valor promedio del AC/A está en 4 ± 2 , Grossvenor (2005) cita como valores normales entre 4 y 6 Δ/D , todo valor por encima de 6 Δ/D será alto e inferior a 4 Δ/D como bajo.

En general, se suele aceptar el valor propuesto por los autores mencionados en un principio, que se muestra en la tabla 2.2:

AC/A normal: 4/1-6/1
AC/A baja: inferior a 4/1
AC/A alta: superior a 6/1

Tabla 2.2. Valores relación AC/A

Cuando **el AC/A tiene un valor elevado**, indica que con muy poca variación esférica obtenemos un gran cambio en cuanto a vergencias, en la cual cosa conseguimos reducir mucho o compensar la foria.

Cuando **el valor de AC/A es considerado bajo**, indica que la prescripción de lentes en visión próxima no resulta muy efectiva a la hora de solucionar el problema que pueda presentar el paciente y por lo tanto será necesario buscar otras soluciones alternativas, por ejemplo, prescribir prismas o realizar una terapia visual ya que en estos casos se necesita grandes variaciones de potencia de la lente esférica para modificar significativamente el valor de la vergencia.

Normalmente el valor obtenido de la relación AC/A por el método del gradiente suele ser menor que el al valor obtenido por el método de cálculo y esto es debido por dos motivos:

1. En visión de lejos no se encuentra presente la convergencia proximal mientras que en visión próxima sí.
2. Cuando en una determinada distancia se utilizan lentes, por el método del gradiente, estas actúan sobre la acomodación y también en la convergencia acomodativa, pero no en la convergencia proximal.

Por lo que acabamos de mencionar, es recomendable calcular la relación AC/A por ambos métodos y así poder completar ambas informaciones.

2.3 Uso clínico de la relación AC/A

La relación AC/A presenta un uso clínico de gran importancia para poder detectar si esta relación acomodación convergencia es alta o baja dependiendo del valor que se obtenga cuando hay presencia excesos, insuficiencia o inflexibilidad de acomodación o de vergencias.

Es muy recomendable la toma de medidas del AC/A sobre todo en los niños y en personas jóvenes donde la demanda acomodativa y de convergencia son muy importantes, ya que una AC/A alta o baja puede llegar a interferir en el rendimiento escolar causando desatención en las tareas escolares por molestia de borrosidad, dificultad en la lectura, irritación ocular, dolor de cabeza, fatiga y astenopia sobre todo al finalizar el día.

A la hora de examinar esta relación AC/A, dependiendo del resultado obtenido, podemos intuir si hay la necesidad de realizar una terapia visual o no para poder mejorar el rendimiento del infante.

En los **sujetos no estrábicos** cuando su sistema visual es incapaz de tener una adecuada respuesta acomodativa o de convergencia, puede presentar disfunciones de acomodación y binocularidad, estos trastornos visuales pueden interferir en el rendimiento visual de la persona, sobre todo en aquellas tareas que requieran demanda en visión cercana, provocando un sobreesfuerzo del sistema visual.

Debido a este esfuerzo realizado en visión próxima de forma prolongada el sistema visual del sujeto pierde eficacia y da lugar a dificultades en sus actividades normales.

Para poder detectar la presencia de estas disfunciones es necesario realizar exámenes que valoren la visión binocular, la acomodación y la relación que existe entre ellas.

Las pruebas más comunes son:

1. Amplitud de acomodación
2. Flexibilidad de acomodación monocular y binocularmente
3. Retardo acomodativo por el método del MEM
4. Acomodación relativa negativa (ARN) y Acomodación relativa positiva (ARP)
5. Punto próximo de convergencia (PPC)
6. Cover test en visión lejana y visión próxima
7. AC/A
8. Medida de vergencias fusionales BN/BT en visión lejana y visión próxima
9. Flexibilidad de vergencia
10. Estereopsis

En función de los resultados obtenidos en los distintos test podemos clasificar las alteraciones en disfunciones acomodativas o disfunciones de vergencia.

2.3.1 Disfunciones Acomodativas

Disfunciones con AC/A normal:

1. ***Inflexibilidad acomodativa (IA)***, presenta síntomas tanto en visión de lejos como en visión próxima. Podemos detectar que el sujeto presenta una IA debido a la obtención de:
 - Flexibilidad de acomodación dificultad tanto con L- y L+
 - ARN y ARP bajas

Disfunciones con AC/A Alto:

2. ***Exceso acomodativo (EA)***, presentará dificultad en las pruebas de visión próxima realizadas con las lentes positivas ya que presenta problemas a la hora de relajar la acomodación. Podemos detectar que el sujeto presenta un EA debido a la obtención de:
 - Dificultad en lentes positivas en flexibilidad de acomodación
 - ARP alto
 - MEM bajo

- ARN bajo
- AC/A alto

En aquellos sujetos con EA debemos enfatizarles con una buena higiene visual y una buena ergonomía ya que tienden a acercarse mucho al realizar tareas en visión próxima.

Disfunciones con AC/A Bajo:

3. **Insuficiencia acomodativa (IA)** , el sujeto presentará dificultad en aquellas pruebas de visión próxima que se realizan con las lentes negativas debido a que el sujeto presenta problemas a la hora de estimular la acomodación. Podemos detectar que el sujeto presenta una IA debido a la obtención de:

- AA baja debido a que está muy alejado
- Dificultad en lentes negativas en flexibilidad de acomodación
- MEM alto
- ARP bajo
- AC/A bajo

Disfunciones Acomodativas	
AC/A Normal	Inflexibilidad acomodativa
AC/A Alto	Exceso acomodativo
AC/A Bajo	Insuficiencia acomodativa

Tabla 2.3 Tabla resumen disfunciones acomodativas según el valor de AC/A

2.3.2 Disfunciones de vergencias no estrábicas

Disfunciones con AC/A normal:

1. **Endoforia básica** se refiere a cuando el sujeto presenta una endoforia de un valor similar tanto en visión de lejos como en cerca, dificultad con prismas de BN y MEM alto.

Esta endoforia básica puede estar relacionada a una anomalía relacionada con el sistema neuromuscular.

Los pacientes suelen presentar síntomas cuando sus vergencias fusionales no son suficientes como para poder compensar la endoforia que presentan. Aunque podemos encontrarnos algunos pacientes asintomáticos debido a la presencia de supresión.

Los síntomas más frecuentes que pueden presentar son dolor de cabeza, fatiga ocular, borrosidad y diplopía intermitente, astenopia y dificultad en la lectura.

2. **Exoforia básica** se refiere a cuando el sujeto presenta un valor de exoforia similar tanto en visión lejana como en visión próxima, presencia de PPC alejado, MEM bajo y dificultad con los prismas de BT.

Haciendo referencia a los síntomas, la astenopia es el síntoma más común en esta disfunción. La sintomatología más frecuente suele ser fatiga ocular, dificultad en la lectura, borrosidad, somnolencia y diplopía intermitente.

Disfunciones con AC/A alto:

1. **exceso de convergencia (EC)** hace referencia a que el sujeto presenta una endoforia elevada en visión próxima, dificultad con prismas de BN, MEM elevado y estereopsis baja. Algunos de los pacientes pueden presentar o no una serie de síntomas en visión cercana respecto a esta disfunción como por ejemplo, sensación de quemazón, lagrimeo,

borrosidad, diplopía, dolor de cabeza, dificultad en la lectura...aunque hay otros pacientes que pueden llegar a suprimir.

2. **exceso de divergencia (ED)** hace referencia que el sujeto presenta una exoforia elevada en visión lejana, PPC alejado, MEM disminuido y estereopsis baja.

Los síntomas que presentan suelen estar asociados en visión lejana y puedes presentar diplopía intermitente o astenopia de forma ocasional en cerca.

Disfunciones con AC/A bajo:

1. **insuficiencia de convergencia (IC)** hace referencia a que la persona presenta una exoforia elevada en visión lejana, PPC alejado, MEM bajo, estereopsis baja y dificultad con los prismas de BT. La sintomatología puede ser diversa, suele ser común que aparezcan cuando la persona realiza tareas en visión cercana durante un tiempo prolongado, por ejemplo, si está mucho tiempo delante del ordenador o en aquella actividad que requiera mucha demanda acomodativa.

Estos síntomas suelen aumentar y provocar mayor molestia en adolescentes ya que se encuentran en etapa de estudio y requieren mucho esfuerzo en visión próxima.

Los síntomas más comunes son borrosidad, dolor de cabeza, fatiga ocular, mareos, lagrimeo, diplopía y sensación de sueño.

2. **Insuficiencia de divergencia (ID)** hace referencia cuando la persona presenta una endoforia elevada en visión lejana, MEM elevado y dificultad con los prismas de BN. La sintomatología que suelen presentar los pacientes es la presencia de diplopía intermitente que suele desaparecer después de un descanso o borrosidad en visión de lejos. Esta disfunción de vergencia es la menos común de las mencionadas anteriormente.

Disfunciones de vergencia no estrábicas	
AC/A Normal	Endoforia básica
	Exoforia básica
AC/A Alta	Exceso de convergencia (IC)
	Exceso de divergencia (ID)
AC/A Baja	Insuficiencia de convergencia (IC)
	Insuficiencia de divergencia (ID)

Tabla 2.4. Tabla resumen de las disfunciones de vergencias horizontales no estrabicas según el valor de AC/A

3. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es determinar la relación entre la respuesta de la convergencia acomodativa ante la acomodación (AC/A) por 3 métodos y comparar los resultados, en una muestra de jóvenes estudiantes universitarios de la FOOT.

Los objetivos específicos son:

- Determinar la relación AC/A por el método de cálculo y comparar el resultado con los valores considerados de normalidad.
- Determinar la relación AC/A por el método del gradiente, tanto con lentes positivas de $+1,00\Delta/D$ como negativas de $-1,00\Delta/D$, y comparar el resultado con los valores considerados de normalidad.
- Comparar los resultados de los 3 métodos de determinación del AC/A.
- Valorar si los resultados que se obtienen en el subgrupo de exofóricos son similares en el de endofóricos, en VP.

4. Metodología

4.1 Material

El material necesario para poder realizar correctamente la medida de la relación AC/A son:

- Reglilla milimetrada para poder medir la distancia interpupilar (DIP)
- Linterna para poder centrar los reflejos pupilares
- Cruz de maddox visión lejana
- Test de Thorington varilla de maddox

4.2 Método

A la hora de realizar la medida de la relación AC/A que presenta cada sujeto, todos adecuadamente compensados, debemos de seguir una serie de pasos para poder llevar la medida de forma correcta. Existen algunos métodos de medida de las forias, nosotros explicaremos el método realizado en este trabajo que es la medida de forias horizontales en visión lejana con la **Cruz de maddox** y los pasos a seguir son los siguientes:

1. Colocamos al paciente a una distancia de unos 6 metros delante de la cruz de maddox.
2. Encendemos la luz puntual que está situada en la cruz de maddox. En el gabinete debe haber poca luz, más conveniente estar en penumbra.
3. Explicamos el procedimiento del método a realizar al paciente. Que consiste en que debe colocarse la varilla de maddox en posición horizontal delante del OD y así se verá reflejada una línea vertical. Le comentamos que debe fijarse todo el rato al punto de luz de la cruz de maddox y que vaya parpadeando de manera constante.
4. Toma de medida de la foria horizontal dando una serie de instrucciones al paciente en el mismo momento de la medida de la foria. Estas instrucciones son:
 - ¿Fijándote todo el rato en el punto de luz ves una línea vertical?

- Fijándote todo el rato en el punto de luz y parpadeando, ves esa línea vertical ¿más a la derecha o a la izquierda del punto de luz?.
- Fijándote todo el rato en el punto de luz y parpadeando, la línea vertical la ves más cerca del punto, en medio o al final de la cruz de maddox.

Si el paciente, con la varilla de maddox en posición horizontal delante del OD, ve la línea vertical más a la derecha del punto de luz de la cruz de maddox nos indica que presenta una endoforia. En cambio, si el paciente nos indica que ve la línea vertical más a la izquierda del punto de luz de la cruz el paciente presenta una exoforia. (Figura 4.2.1).

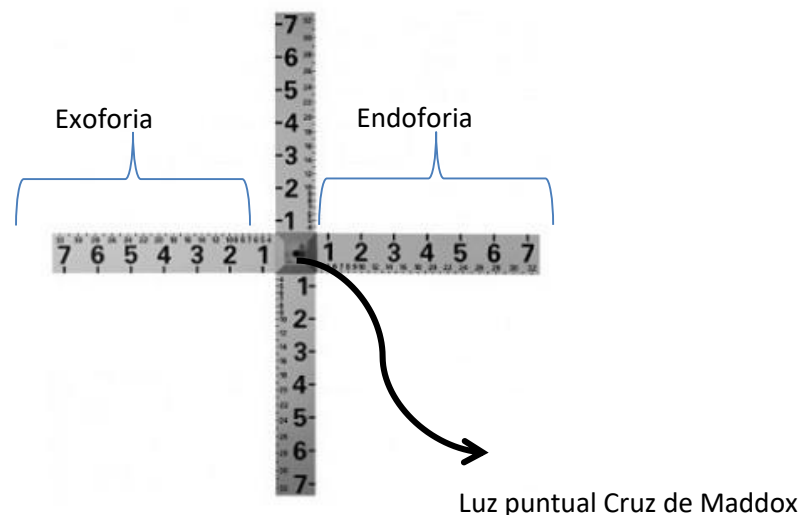


Figura 4.2.1 Cruz de maddox

Para medir la magnitud de la foria en visión próxima se realizó mediante el método de Throrington y también se realizo de manera aleatoria la medida de la foria en visión próxima con una L+ de +1,00D binocularmente y con una L- de -1,00D también de forma binocular.

Todos estos datos han estado recogidos por mí y por dos compañeros más de otros TFG. Siempre se ha estado muy cuidadoso a la hora de utilizar el mismo método e instrucciones para el paciente. Mis resultados fueron anotados en una ficha confeccionada para tal fin (annexo 1).

5. Resultados

En este apartado presentaremos e interpretaremos los resultados obtenidos en el estudio. Primeramente se hará una descripción de la muestra, seguidamente una descripción de las variables y por último haremos una comparación de los resultados obtenidos del AC/A. Todos los resultados obtenidos han sido analizados con el programa Excel, versión 2010.

5.1 Descripción de la muestra

La muestra inicial del estudio era de 35 sujetos, todos eran estudiantes de 2º curso de Óptica y Optometría de Terrassa. A la hora de realizar la medida de la foria en visión lejana no todos los sujetos pudieron presentarse, por lo que el cálculo de la relación AC/A tan sólo se podrá determinar en 24 sujetos. El total de este estudio incluye 12 chicos (34,28%) y 23 chicas (65,71%). La edad media de los sujetos es de $20,75 \pm 1,98$ años.

La muestra del estudio presenta mayor participación del sexo femenino que del masculino, debido a que hay mayor número de estudiantes del sexo femenino que masculino. En principio esto no influye en los resultados obtenidos de las pruebas realizadas.



Gráfica 5.1.1 Distribución del tanto por ciento del sexo en la muestra estudiada

5.2 Descripción de las variables

Seguidamente se muestran los resultados de la relación AC/A por los 3 métodos utilizados, en forma de gráfico (gráfica 5.1.1) y la tabla 5.2.

	Foria_VL	Foria_VP	AC/Ac	AC/AG+	AC/AG-
Promedio	-0,17Δ	-2,60Δ	4,90Δ/D	2,26Δ/D	2,74Δ/D
Sd	±1,67Δ	3,91Δ	0,14Δ/D	1,87Δ/D	1,42Δ/D

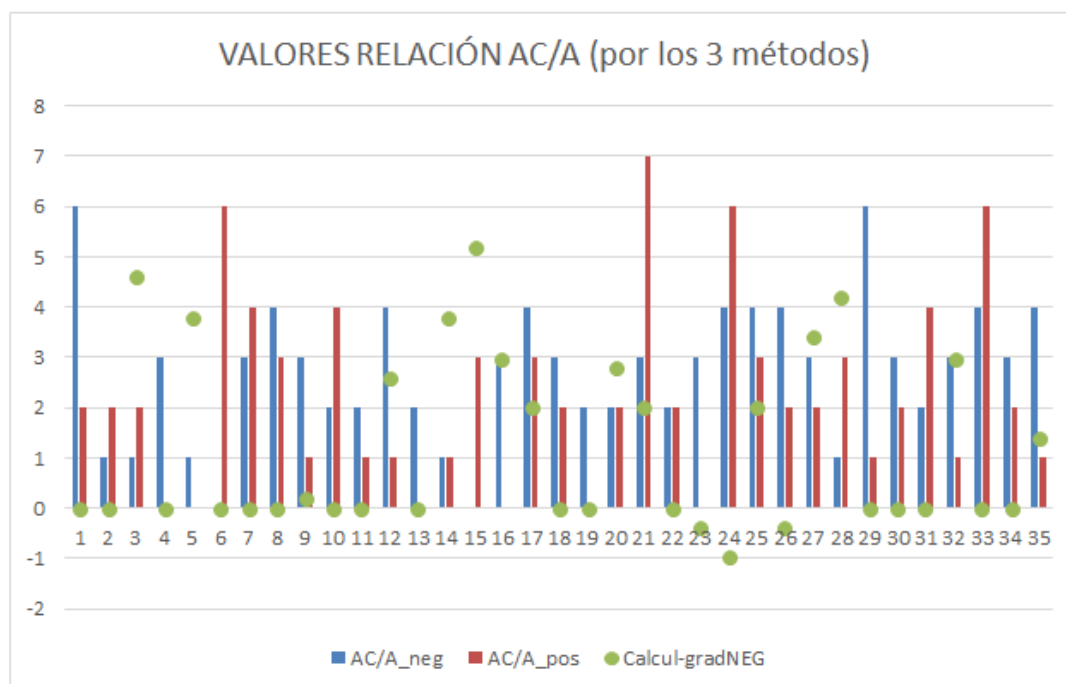
Tabla 5.2 Valores promedio AC/A

- Sd → desviación estándar
- Foria_VL → foria en visión lejana
- Foria_VP → foria en visión próxima
- AC/Ac → relación AC/A cálculo
- AC/AG+ → AC/A gradiente positivo
- AC/AG- → AC/A gradiente negativo

Como podemos observar en la tabla, el valor promedio de AC/Ac es de 4,90Δ/D (0,14sd) que es un valor próximo al valor considerado normal. También se observa que, los dos resultados del gradiente tanto positivo como negativo presentar resultados muy similares.

Se observa que los valores obtenidos en la relación de AC/AG+ y el AC/AG- son valores más bajos al AC/Ac y esto es debido a que en visión lejana no se encuentra la convergencia proximal mientras que en visión cercana sí. Y además cuando en una distancia en concreto se utilizan lentes por el método del gradiente, estas actúan en la acomodación y en la convergencia acomodativa, pero no en la convergencia proximal.

En la siguiente gráfica (gráfica 5.2.1) se muestra la distribución final de los resultados obtenidos de los valores de la relación AC/A por los 3 métodos:



Gráfica 5.2.1 valores relación AC/A por los 3 métodos

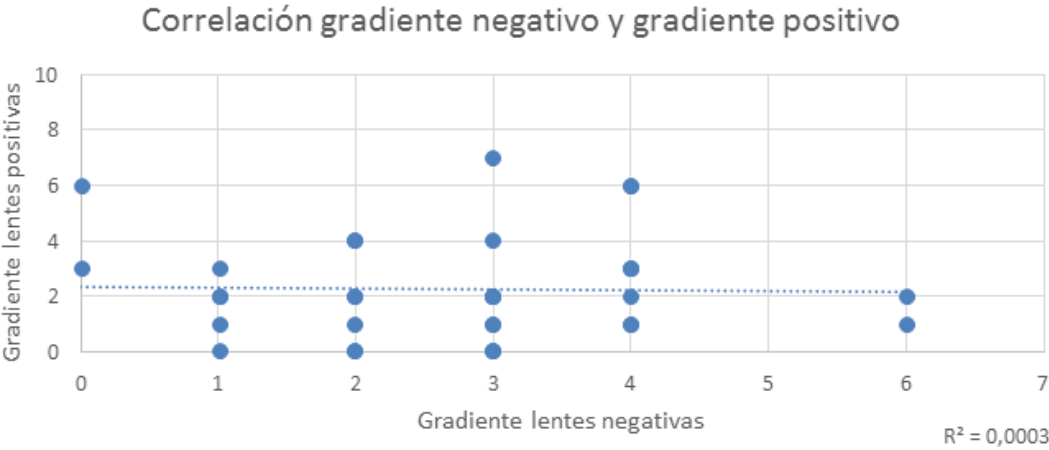
5.3 Comparación resultados AC/A

Seguidamente comparamos los resultados entre los 3 métodos (tabla 5.3.1) donde se indica la diferencia en el resultado y la sd de la diferencia. También se hace referencia a la probabilidad (p) de que las diferencia sean significativas (≤ 0.05) o no sea significativas ($p > 0.05$). En la misma tabla se muestra la correlación entre los distintos métodos, entendiendo que la correlación es un valor que oscila entre ± 1 y que cuanto más próximo sea el resultado a 0, menor correlación entre los métodos.

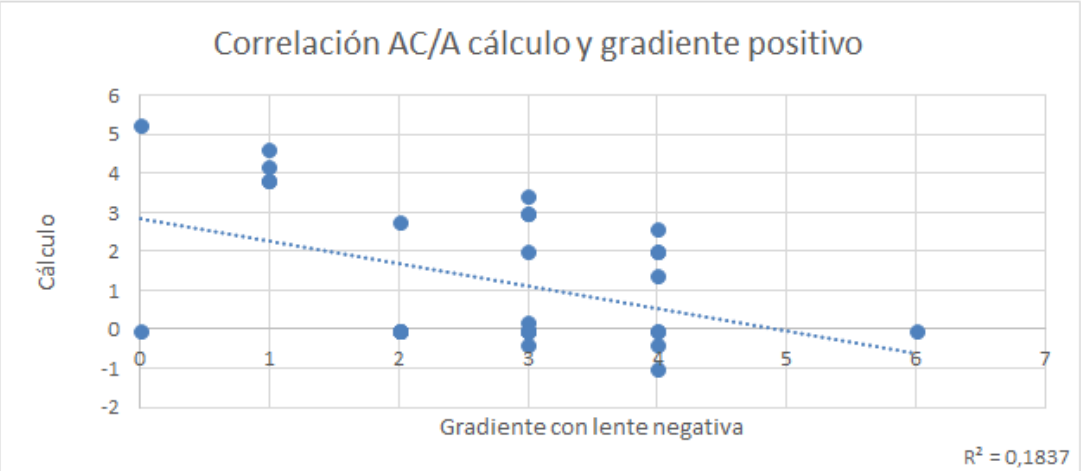
Métodos comparados	Diferencia (sd)	Probabilidad	Correlación (r)
AC/Ac – AC/AG+	2,67 Δ /D \pm 2,24	P<0,001	-0,17
AC/Ac – AC/AG-	2,11 Δ /D \pm 1,85	P<0,001	-0,13
AC/AG-AC/AG+	0,49 Δ /D \pm 2,37	P=0,23	0,019

Tabla 5.3.1 Resultados relación AC/A entre los 3 métodos

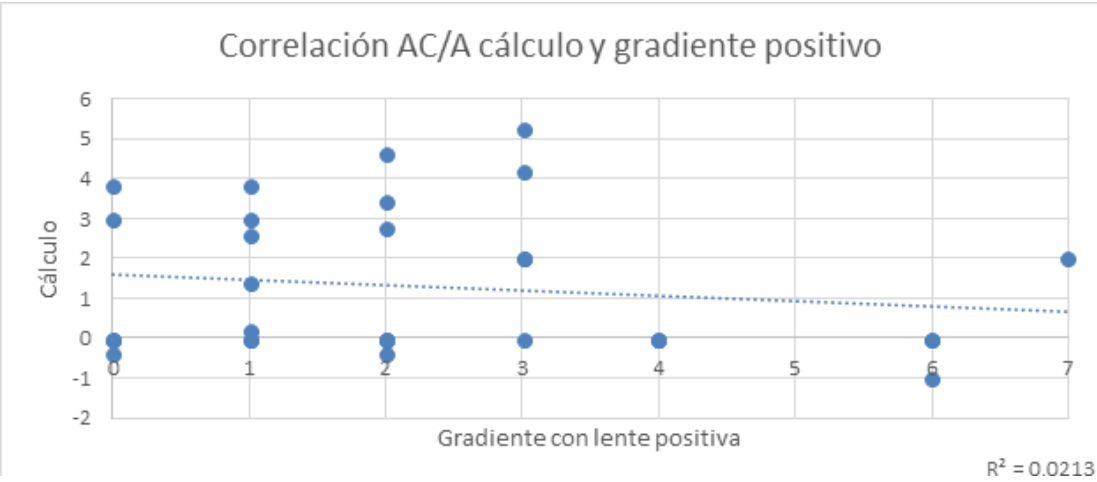
En las siguientes gráficas se muestra la correlación (r) que existe comparando los distintos métodos (gráfica 5.3.1, gráfica 5.3.2 y gráfica 5.3.3):



Gráfica 5.3.1 Comparación gradiente con lentes negativas – gradiente con lentes positivas



Gráfica 5.3.2 Comparación AC/A cálculo – gradiente con lentes negativas



Gráfica 5.3.3 Comparación AC/A cálculo – gradiente con lentes positivas

El siguiente punto que se ha analizado es la relación AC/A en función que los sujetos fuesen exofóricos o endofóricos en VP. Recordemos lo que se ha dicho en el marco teórico del presente trabajo sobre que los casos de endoforia en VP suelen presentar mayor relación AC/A que los casos de sujetos con exoforia. Estos resultados en tabla 5.3.2.

AC/A SEGÚN FORIA VP		
	ENDOFORIA	EXOFORIA
AC/Ac	6,36	4,38
AC/AG-	2,75	2,74
AC/AG+	2,25	2,37

Tabla 5.3.2 Comparación forias entre endofóricos y exofóricos

¿Tienen el mismo comportamiento los exofóricos y los endofóricos? Como puede observarse la relación AC/A es mayor en los casos de endoforia tan solo cuando se determina el valor mediante el método de cálculo, lo cual es evidente y se desprende del mismo cálculo. Ahora bien, cuando se valora la relación atendiendo a cómo los sujetos responden a la anteposición de lentes observamos que no hay diferencias clínicamente importantes entre endofóricos y exofóricos

6. Conclusión

El valor de AC/A cálculo obtenido es de 4 ± 2 respecto a los valores de normalidad utilizados. Este resultado es similar al propuesto por otros autores mencionados anteriormente.

Nuestros resultados son similares a otros estudios cuando comparamos los valores negativos pero ligeramente inferiores cuando comparamos los valores positivos. Esto podría ser debido a que la respuesta acomodativa es menos precisa cuando se disminuye el estímulo acomodativo.

Al comparar los métodos utilizados, se observa que por el método del AC/A de cálculo se obtienen valores más elevados respecto a los valores obtenido por el método del gradiente.

Los resultados del AC/A obtenidos por el AC/AG+ y el AC/AG- se observa que son valores diferentes aunque la diferencia entre ellas es menor y no son estadísticamente significativas. También pensamos que, una diferencia entre ambos métodos de $\frac{1}{2} \Delta$ no tiene relevancia clínicamente.

Al comparar los sujetos endofóricos y exofóricos, se observa que se era de esperarse se obtienen valores más altos en individuos endofóricos respecto a exofóricos. Mientras que con el método del gradiente no.

La aplicación clínica de este trabajo es los métodos de determinación del AC/A cálculo y el método AC/A gradiente no son intercambiables ya que los resultados son diferentes. Parece lógico pensar que si se desea determinar el comportamiento de la binocularidad ante lentes positivas y/o negativas lo más adecuado es determinar AC/AG para valorar el efecto de las mismas.

7. Bibliografía

Bermúdez, L. Importancia de la relación acomodación-convergencia para el rendimiento escolar, Julio del 2016.

Carbonell, S. Prevalencia y sintomatología de las disfunciones acomodativas y binoculares en la población universitaria, Julio 2014.

Horwood, A y Riddell, P. The clinical near gradient stimulus AC/A ratio correlates better with response CA/C ratio than with the response AC/A ratio, Marzo 2013.

Jiménex, R. Pérez, M. García, J. y González, M. Statistical normal values of visual parameters that characterize binocular function in children, Diciembre 2003.

Johnston, S. and Firth, A. Non-linearity of the response Accommodative convergence to Accommodation Ratio, Noviembre 2012.

León, A. y Augusto, C. Relación acomodación convergencia por acomodación (AC/A) con el método del gradiente en un pequeño grupo poblacional de la ciudad de Pereira, Abril 2007.

León, A. y Augusto, C. Relación entre AC/A medido con el método del gradiente y el de las heteroforias en Pereira, Enero 2009.

Murray, C. y Newsham, D. Normative values for the accommodative convergence to accommodation ratio (AC/A), Abril 2010.

Peris, E. Procedimientos clínicos en optometría, acomodación.

Simmons, J. y Firth, A. Convergence accommodation to convergence CA/C ratio: convergence versus divergence, Abril 2014.

Sweeney, L. Seidel, D. Day, M y Gray, L. Quantifying interactions between accommodation and vergence in a binocularly normal population, Junio 2014.

8. Annexos

Annexo 1: Ficha optometrica

Examen – AC/A

Nom del Pacient:

ID

Pacient:

Dia:

Observacions:

Foria creu de Maddox VII	
-----------------------------	--

Reserves creu de Maddox VII		Ruptura	Recuperació
	Δ BN		
	Δ BT		